

## **BAB 1**

### **PENGENALAN**

#### **1.1 Pendahuluan**

Bidang sains dan teknologi merupakan faktor penting penentu kejayaan proses peralihan Malaysia mencapai matlamat negara maju menjelang wawasan 2020. Lantaran itu, masa yang ada perlu dimanfaatkan sebaik mungkin untuk memastikan matlamat mengejar wawasan itu mampu terlaksana dengan lancar walaupun ia tidak semudah seperti yang dijangkakan.

Di akhir abad ini, pengguna telah dikejutkan dengan pelbagai teknologi moden yang begitu canggih. Seiring dengan era pemodelan teknologi masa kini, pengguna harus bersaing dengan waktu untuk mengkaji sesuatu perkara baru yang sesuai dengan teknologi moden. Selaras dengan kemajuan era Teknologi Maklumat (IT), kerajaan juga berusaha melaksanakan agenda IT membabitkan tiga elemen utama iaitu pembangunan manusia, infrastruktur dan aplikasi.

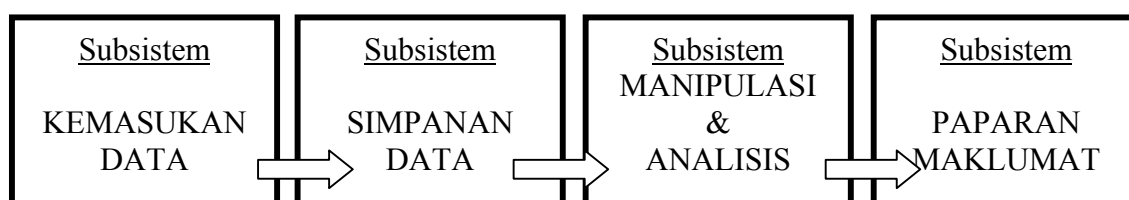
Revolusi maklumat telah membawa perubahan secara menyeluruh dan dramatik kepada cara hidup, bekerja dan melihat dunia. Salah satu topik yang paling hangat diperkatakan ialah Sistem Maklumat Geografi (SMG) yang dikatakan salah satu sistem yang canggih yang mampu menghubungkan data-data geografi dengan data-data atribut. Memandangkan komputer dan bidang Teknologi Maklumat merupakan budaya masa kini, sudah tiba masanya untuk SMG menggantikan prosedur lama yang masih dijalankan secara konvensional. Dengan itu penggunaan

SMG amat penting dalam usaha kerajaan melaksanakan Koridor Raya Multimedia dan kerajaan elektronik.

Association for Geographic Information (AGI)(1994) telah merumuskan bahawa SMG ialah satu sistem bagi dapatan, simpanan, kemas kini, penyatuan, manipulasi, analisis dan paparan data di mana data ruang merupakan rujukan kepada muka bumi.

Secara umum, SMG merupakan satu bentuk khusus yang diguna pakai untuk memproses data geografi bagi menghasilkan maklumat. Maklumat yang dihasilkan melalui SMG biasanya dalam bentuk peta (peta topografi atau peta tematik), model dan juga statistik. Data SMG terbahagi kepada data ruang (dalam bentuk rujukan geografi) dan data bukan ruang (sama ada dalam bentuk tulisan yang menerangkan ruang atau atribut) ( Ghazali Desa, 1999).

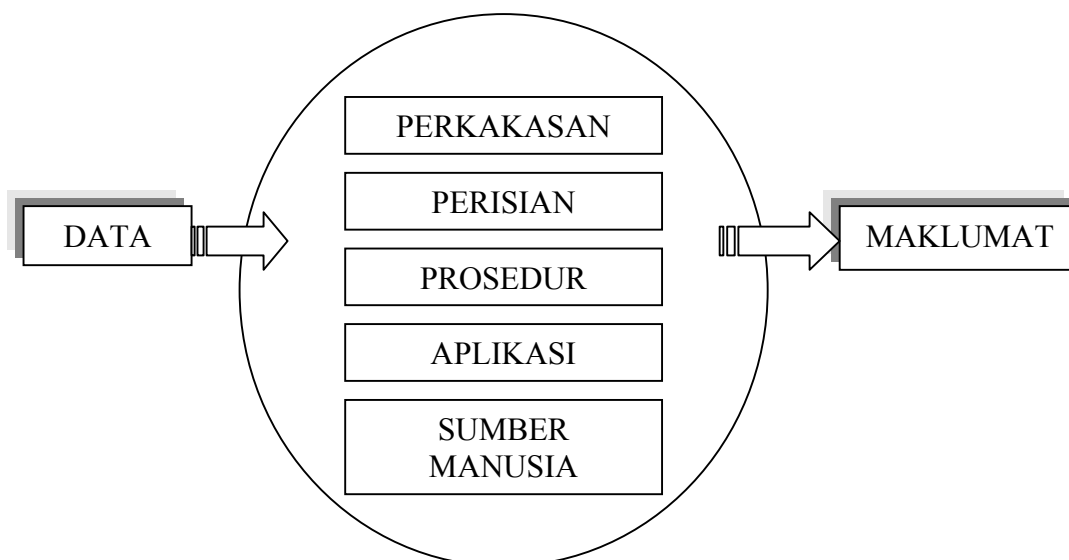
Menurut Foster dan Shand (1990) dalam AGI, SMG boleh dirumuskan kepada empat subsistem iaitu sistem data, simpanan data, manipulasi & analisis data dan paparan data (Rajah 1.1) dan komponen SMG pula merangkumi data, perkakasan, perisian, prosedur, aplikasi, sumber dan maklumat (Rajah 1.2).



**Rajah 1.1** Subsistem-subsistem dalam SMG

Sebagai sebuah sistem maklumat bagi memproses data geografi untuk berbagai tujuan, SMG mempunyai komponen-komponen penting seperti berikut:

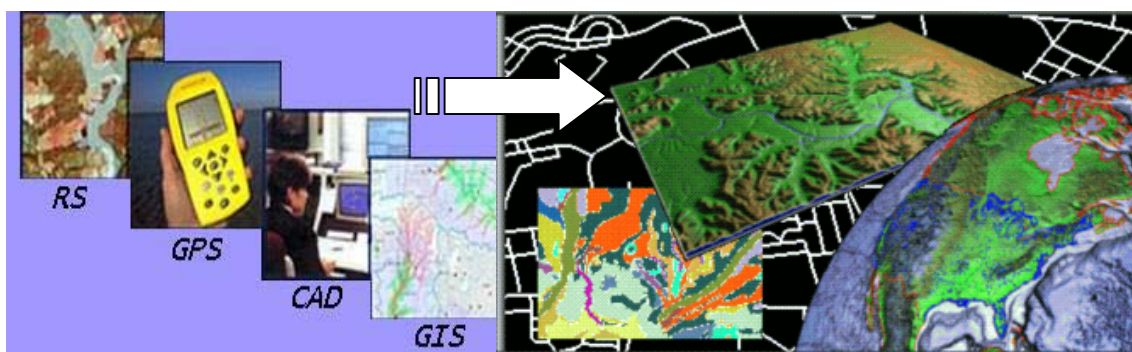
- a) Data– data terdiri dari data ruang dan data bukan ruang (atribut). Data SMG boleh di dapati dari foto udara, peta, imej satelit, rekod, pelan, laporan dan lain-lain. Data-data yang telah diperolehi kemudiannya dimasukkan dengan menggunakan papan kekunci, pengimbas, papan pendigit dan lain-lain.



**Rajah 1.2** Komponen SMG (Ghazali Desa, 1999)

- b) Perkakasan – bagi kemasukan data papan digit, papan kunci dan pengimbas. *computer processing unit* (CPU) digunakan untuk tujuan memproses dan penyimpanan data. Manakala pemelot, pencetak, paparan komputer dan lain-lain digunakan bagi pemaparan data.
- c) Perisian – Microsoft Window, Window NT, UNIX dan lain-lain digunakan sebagai platform dalam sistem pengoperasian manakala Oracle, dBase, Ingre dan lain-lain adalah antara perisian bagi sistem pengurusan pangkalan data. Perisian SMG pula merangkumi ARC/INFO, Mapinfo, Regis, Integraph, Idrisi, Ilwis, Small World dan lain-lain.
- d) Prosedur – Kemasukan data, penyimpanan data, pemprosesan data, pemaparan maklumat, pengurusan sistem, penyenggaraan sistem dan lain-lain (Rajah 1.3).
- e) Aplikasi -Aplikasi SMG boleh di bahagikan kepada beberapa kategori seperti ekonomi, sosial dan ketenteraan. Sebagai contoh aplikasi SMG dalam ekonomi seperti pemaparan taburan guna tanah, pemaparan pelan sesuatu kawasan, pengurusan kualiti air dan pemilikan tanah.
- f) Sumber Manusia – Pengurus SMG, Pengurus Pangkalan Data, Jurutera SMG dan lain-lain.

- g) Maklumat – maklumat pula dalam bentuk peta, model, statistik laporan dan media maklumat.



**Rajah 1.3** Kaedah pengumpulan data

Mengapa SMG Penting Dan Diperlukan? Teknologi SMG merupakan pemangkin yang diperlukan untuk menyelesaikan banyak masalah yang dahulunya menjadi hambatan dan tentangan kepada disiplin-disiplin yang menggunakan data geografi. SMG mengintegrasikan data ruang dengan maklumat dalam satu sistem. Pengguna lebih mudah memanipulasi pengetahuan geografi dengan adanya peta dan maklumat dalam bentuk digital.

Pertambahan populasi dan pembangunan ekonomi negara yang pesat membawa kepada pertambahan projek kejuruteraan yang dijalankan di kawasan bukit-bukau. Sejak kebelakangan ini kejadian tanah runtuh yang berlaku di Malaysia bertambah jika dibandingkan dengan lebih sepuluh tahun lalu. Antara contoh yang dapat dilihat akibat dari kejadian tanah runtuh adalah seperti berikut :

- Pada 11 Disember 1993 – Sebuah dari tiga blok bangunan Pangsapuri Highland Towers di Taman Hill View, Hulu Kelang telah runtuh. Kejadian berpunca daripada perubahan arah laluan air bawah tanah yang membawa kepada pergerakan struktur tanah tapak bangunan tersebut. Seramai 48 orang telah terkorban dalam kejadian tersebut (Berita Harian, 1999).
- Pada 23 Mac 1994 – Dua buah Pangsapuri Pine Resort di kawasan peranginan Bukit Fraser telah runtuh. Kejadian berpunca daripada sumber air bawah tanah yang mengalir berterusan akibat hujan (Utusan Malaysia, 1999).

- Pada 30 Jun 1995 – Seramai 21 orang termasuk seorang bayi berusia lima bulan terbunuh, manakala 19 lagi cedera apabila berpuluh-puluh kenderaan tertimbus dalam kejadian tebing runtuh di jalan menuju Genting Highlands berhampiran Kilometer 39 Lebuhraya Kuala Lumpur-Karak (Rajah 1.4). Akibat dari kejadian tersebut, kenderaan-kenderaan termasuk dua buah bas terperangkap dalam timbunan tanah dan lumpur di atas permukaan jalan (Utusan Malaysia, 1995).
- Pada 28 November 1998 – Tanah runtuh di kawasan perumahan Sun Moon City, Paya Terubong, Pulau Pinang yang membawa blok batuan telah memusnahkan kenderaan awam. Kejadian berpunca dari pergerakan air bawah tanah selepas hujan lebat (The New Strait Times, 1998).
- Pada 15 Mei 1999 – Empat kejadian tanah runtuh di sekitar kondominium Athenaeum, Bukit Antarabangsa, Kuala Lumpur yang menyebabkan 1000 penghuninya terpaksa meninggalkan kondominium tersebut (The New Strait Times, 1999).
- Pada 6 Januari 2001 – Isu kejadian tanah runtuh yang terkini ialah tiga sekeluarga termasuk ibu yang sarat mengandung dan anaknya berusia 14 bulan ditemui berpelukan akibat dari tanah runtuh di Kampung Lok Banau, Sepanggar, Kota Kinabalu. Kejadian tanah runtuh ini dijangka akan berulang kembali berikutan struktur lapisan tanah di bukit berkenaan tidak stabil terutama apabila hujan lebat (Berita Harian, 2001).
- 20 November 2002 – Lapan termasuk isteri, anak, menantu dan cucu termasuk dua pembantu rumah anggota keluarga bekas Panglima Angkatan Tentera Malaysia (ATM), Jeneral (B) Tan Sri Ismail Omar terbunuh dalam tragedi menyayat hati apabila banglonya ranap dihempap tanah runtuh. Kejadian berlaku pada pukul 4.35 pagi di Taman Hillview, Ampang yang terletak 300 meter dari kondominium Highland Tower (Utusan Malaysia, 2002a).
- 25 Januari 2004 – Seorang pelajar terbunuh manakala dua lagi cedera apabila sebuah rumah dihempap ketulan batu dalam kejadian tanah runtuh ekoran hujan lebat di Kampung Podam, Bau, Sarawak (Utusan Malaysia, 2004a).



**Rajah 1.4** Pemandangan sekitar tempat kejadian di kilometer 39 Lebuhraya Kuala Lumpur-Karak pada 30 Jun 1995 (Utusan Malaysia, 1995)

Berdasarkan kepada masalah ini, Pihak Berkuasa Tempatan seperti Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan (KPKT) dengan kerjasama Jabatan Alam Sekitar (JAS), Jabatan Perancang Bandar dan Desa (JPBD), Jabatan Penyiasatan Kaji Bumi, Jabatan Pengairan dan Saliran (JPS), Institut Kerja Raya Malaysia (IKRAM) serta beberapa jabatan lain telah berbincang mengenai penetapan kriteria-kriteria yang sesuai bagi mengawal pelaksanaan aktiviti pembangunan di kawasan bukit.

Hasil daripada perbincangan tersebut, satu garis panduan kawalan pembangunan di kawasan bukit telah dipertingkatkan. Salah satu kriteria yang diberi perhatian ialah memelihara topografi semula jadi bagi sesuatu projek pembinaan agar kestabilan dan struktur tanah di kawasan bukit terpelihara.

Pemantauan kawasan tanah runtuh akan menjadi rumit jika perancangan, pengurusan dan pelaksanaan tidak dijalankan dengan satu pendekatan yang benar-benar berkesan. Dalam era teknologi yang sedang berkembang dengan begitu pesat, aset yang paling berguna ialah maklumat terkini, tepat dan sahih. Utiliti dan infrastruktur adalah aset utama terkumpul yang mampu menghasilkan maklumat berharga bagi Pihak-Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) yang terlibat. Kini sudah tiba

masanya pihak-pihak yang terlibat mengambil langkah positif untuk mempertingkatkan keberkesanan pengurusan data dan perolehan maklumat.

Kebanyakan kejadian tanah runtuh ini berlaku apabila proses pemotongan dan penambakan tanah dijalankan di kebanyakan projek jalan raya dan infrastruktur pembangunan. Apartmen tinggi dan bangunan tepi bukit adalah antara struktur-struktur bangunan yang terdedah kepada risiko kejadian tanah runtuh yang boleh meragut ribuan nyawa dalam sekelip mata. Kawasan berbukit-bukau mengalami ancaman kejadian tanah runtuh akibat dari ketidakstabilan cerun, terutamanya selepas hujan. Justeru itu, langkah-langkah untuk menstabilkan cerun di kawasan berbukit-bukau adalah amat penting.

Analisis tanah runtuh merupakan teknik yang rumit disebabkan oleh pengiraan dan tindanan peta yang kompleks. Dengan menggunakan aplikasi SMG, kajian mengenai tanah runtuh membolehkan pengurusan data atribut yang efektif dan sistematik disamping pemantauan yang berkesan dan dapat dijadikan sebagai rujukan terhadap kejadian tanah runtuh yang akan berlaku di masa hadapan.

## **1.2    Penyataan Masalah**

Dewasa ini, pengetahuan dan kesedaran mengenai pentingnya kajian dan maklumat geologi sebelum sesuatu projek dibangunkan sering diabaikan. Kegagalan memahami kaedah yang betul dalam menentukan kesesuaian bagi projek pembangunan tidak diambil kira dalam perancangan gunatanah.

Kawasan-kawasan yang berpotensi untuk berlaku tanah runtuh tidak diketahui sebelum pembinaan sesuatu pembangunan. Selalunya kejadian tanah runtuh berlaku sebelum, semasa dan selepas pembinaan dijalankan. Ini mengakibatkan kerugian terhadap binaan tersebut malah kerugian yang paling besar ialah bila melibatkan kehilangan nyawa.

Penggunaan SMG masih berkurangan dalam kerja-kerja kejuruteraan terutama kejuruteraan geoteknik di mana kaedah membuat keputusan daripada analisis yang dijalankan masih menggunakan kaedah konvensional. Ini adalah kerana kebanyakan data-data mengenai kejadian tanah runtuh masih disimpan dalam bentuk yang tidak dihubungkan dengan data dalam bentuk geografi. Selain dari itu, data-data mengenai tanah runtuh tidak difahami oleh pengguna biasa kecuali pihak-pihak yang berkaitan tentang kejadian tanah runtuh sahaja.

### **1.3 Objektif**

Berikut merupakan objektif kajian :

- i. Membangunkan satu pangkalan data bagi kawasan kajian di Pulau Pinang.
- ii. Permodelan, penentuan dan pengelasan kawasan yang berpotensi berlakunya kejadian tanah runtuh.
- iii. Menghasilkan peta kawasan yang berpotensi berlakunya tanah runtuh.
- iv. Membina satu antara muka pengguna supaya maklumat kawasan kajian dapat dicapai dengan mudah.

### **1.4 Skop Kajian**

Skop kajian ini meliputi beberapa aspek seperti berikut.

- i. Merekabentuk dan menubuhkan satu pangkalan data ruang dan atribut bagi kawasan kajian di Pulau Pinang menggunakan perisian ARC/INFO.
- ii. Menentukan kawasan-kawasan di Pulau Pinang yang berpotensi berlakunya kejadian tanah runtuh.
- iii. Melaksanakan analisis ruang berdasarkan kawasan kajian dan kemampuan



perisian SMG yang digunakan. Analisis ruang dilakukan dengan menggunakan data-data ruang yang terdapat dalam pangkalan data yang telah dibina.

## **1.5 Tujuan Kajian**

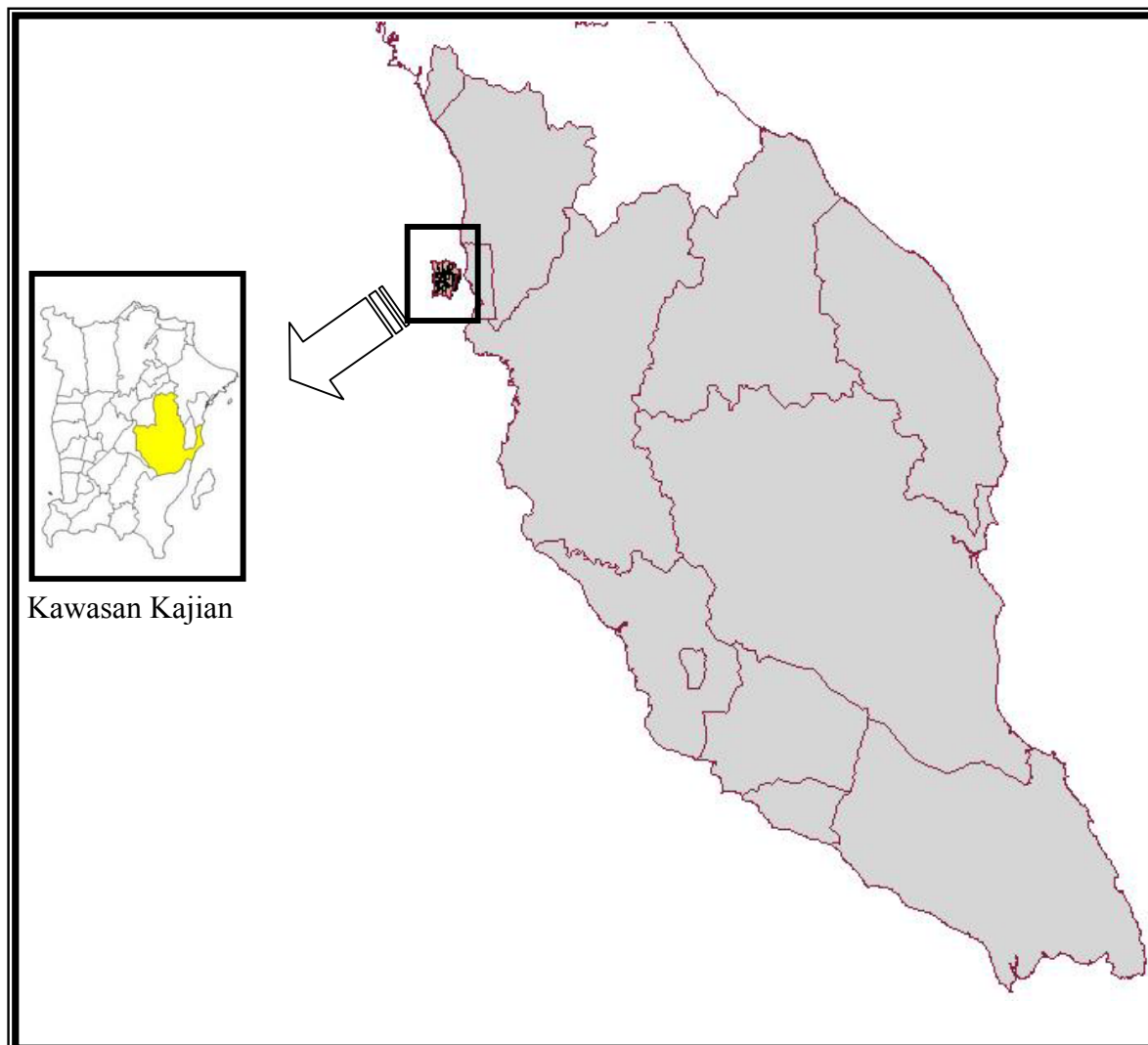
Tujuan kajian ialah untuk mengenalpasti kawasan yang berpotensi berlaku kejadian tanah runtuh dari pemodelan dengan menggunakan perisian SMG. Terdapat pelbagai faktor yang perlu diambil kira dalam menentukan kawasan tanah runtuh di antaranya ialah aras air bumi, kecerunan, pembangunan infrastruktur, jenis tanah, guna tanah, kejadian alam dan faktor alam sekitar. Kajian ini bertujuan untuk menonjolkan kemampuan perisian SMG berbanding dengan kaedah konvensional yang dilakukan oleh agensi yang berkaitan.

## **1.6 Kawasan Kajian**

Kawasan kajian kes yang dipilih adalah Pulau Pinang (Rajah 1.5). Pemilihan berdasarkan kawasan tanah tinggi yang dibangunkan bagi pembinaan perumahan pangsa. Negeri Pulau Pinang merangkumi kawasan seluas 29,965 hektar (299.65 km persegi) terbahagi kepada Daerah Barat Daya dan Daerah Timur Laut. Ianya mempunyai penduduk berjumlah 518,419 orang yang terdiri dari 30.3% Melayu, 57.4% Cina, 9.4% India dan 2.9% lain-lain kaum (Jabatan Perangkaan Malaysia, 1991).

Dalam konteks Wilayah Utara, Pulau Pinang adalah antara kawasan perbandaran yang awal di Malaysia dan hingga kini terus pesat membangun. Keadaan tersebut telah menjadikan Pulau Pinang sebagai nadi pembangunan Wilayah Utara yang meliputi negeri-negeri Kedah, Perak dan Perlis. Pulau Pinang dipisahkan dari Kawasan Majlis Perbandaran Seberang Perai (MPSP) iaitu keseluruhan Seberang

Perai oleh arungan air selebar 3 km di sebelah timurnya. George Town merupakan ibu Negeri Pulau Pinang terletak dalam jarak 6 km dari Butterworth.



**Rajah 1.5** Kawasan kajian

Pulau Pinang telah dipilih sebagai kawasan kajian adalah kerana Pulau Pinang merupakan kawasan yang mempunyai topografi yang berbukit antara negeri yang mempunyai populasi penduduk serta pembangunan ekonomi yang pesat berbanding dengan negeri-negeri lain di Malaysia. Hampir 50% daripada Pulau Pinang adalah tanah tinggi. Dengan populasi penduduk yang bertambah banyak projek pembangunan dijalankan bagi menampung penempatan penduduk. Oleh itu kawasan bukit menjadi kawasan yang popular bagi pembangunan disebabkan kekurangan kawasan landai untuk dijadikan kawasan didiami. Jadual 1.1 dan Jadual

1.2 menunjukkan unjuran dan kadar pertumbuhan penduduk di kawasan MPPP 1980-2010 serta projek pembangunan kawasan bukit di Pulau Pinang.

**Jadual 1.1** : Unjuran dan kadar pertumbuhan penduduk di kawasan Majlis Perbandaran Pulau Pinang 1980-2010 (MPPP, 2000)

Daerah/ Kawasan	Penduduk					
	1980	1991	1995	2000	2005	2010
Timur Laut	391,400	395,232	410,153	435,360	464,400	500,290
Barat Daya	76,390	123,187	140,200	159,910	180,600	200,900
<b>MPPP</b>	<b>467,790</b>	<b>518,419</b>	<b>550,353</b>	<b>595,270</b>	<b>645,000</b>	<b>701,190</b>
Daerah/ Kawasan	Peratusan					
	1991	1995	2000	2005	2010	
Timur Laut	76.3	74.5	73.1	72.0	71.3	
Barat Daya	23.7	25.5	26.9	28.0	28.7	
<b>MPPP</b>	<b>48.7</b>	<b>47.7</b>	<b>46.5</b>	<b>45.2</b>	<b>43.7</b>	
Daerah/ Kawasan	Kadar Pertumbuhan (%)					
	1980-1991	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	
Timur Laut	0.10	1.80	1.51	1.52	1.53	
Barat Daya	4.41	3.38	2.67	2.46	2.15	
<b>MPPP</b>	<b>0.94</b>	<b>1.58</b>	<b>1.58</b>	<b>1.62</b>	<b>1.68</b>	

**Jadual 1.2** : Projek pembangunan kawasan bukit di Pulau Pinang (MPPP, 2000)

Tahun	Keluasan (Hektar)	Lokasi	Keterangan
1988	0.14	Bukit Mutiara	12 unit banglo
1988	0.22	Bukit Bendera	1 unit dewan besar sembahyang.
1988	<0.50	Bukit Bendera	1 unit Kuan Yin Pavilion, 1 unit 5 tingkat banglo, 4 unit banglo
1991	3.38	Bukit Ramonia	360 unit flat
1991	1.49	Bukit Mutiara	90 unit kondominium
1993	1.86	Gunung Olivia	285 unit kondominium

**Jadual 1.2** : Projek pembangunan kawasan bukit di Pulau Pinang (MPPP, 2000)  
(sambungan)

<b>Tahun</b>	<b>Keluasan (Hektar)</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Keterangan</b>
<b>1993</b>	8.09	Bukit Mutiara	kondominium dan banglo
<b>1994</b>	1.30	Jalan Gangsa, Bukit Kecil dan Bukit Batu Lancang	1099 unit rumah pangsa dan kondominium
<b>1994</b>	<0.50	Gunung Pleasure	2 unit banglo
<b>1995</b>	42.00	Bukit Paya Terubung	Perumahan
<b>1995</b>	6.50	Bukit Relau	558 unit rumah pangsa
<b>1996</b>	9.36	Bukit Romania	1085 unit rumah pangsa
<b>1996</b>	160.00	Bukit Pasir Panjang	Padang Golf
<b>1991- 1997</b>	>10.00	Bukit Jambul	Banglo, hotel, institusi dan bangunan komersial.
<b>1991- 1997</b>	3.54	Bukit Papan	1540 unit rumah pangsa dan rumah teres
<b>1991- 1997</b>	59.67	Bukit Gambit Sungai Ara	320 unit rumah pangsa dan rumah teres, 355 unit rumah pangsa dan 659 unit kondo.
<b>1993- 1997</b>	>10.00	Pulau Pengang	40 unit banglo
<b>1995- 1999</b>	87.00	Bukit Telok Bahang	Empangan
<b>Akan Datang</b>	41.92	Bukit-bukit di Pulau Pinang	Hotel-hotel, rumah pangsa, banglo, kondominium dan lain- lain.
<b>Jumlah</b>	447.50		

## **1.7 Pembatasan Kajian**

Kajian ini dilaksanakan bagi mengenalpasti kawasan potensi tanah runtuh. Ia merangkumi kawasan Pulau Pinang di mana telah berlaku kejadian tanah runtuh yang sebenar di Paya Terubung untuk dijadikan pengujian kawasan kesahihan hasil kajian. Pemodelan, penentuan dan pengelasan kawasan yang berpotensi berlaku kejadian tanah runtuh dengan menggunakan perisian seperti ARC/INFO dan ArcView.

## **1.8 Aliran Bab**

Tesis ini dimulai dengan bab pengenalan, dimana terdapat penerangan ringkas mengenai kajian yang dijalankan dalam bab ini. Antara topik-topik yang terdapat dalam bab satu ialah pendahuluan, pernyataan masalah, objektif kajian, skop kajian, tujuan kajian, kawasan kajian dan akhir ialah aliran bab.

Bab 2 merupakan bab kajian literatur di mana ia terbahagi kepada dua bahagian utama iaitu mengenai SMG dan pengenalan kepada tanah runtuh. Terdapat kaedah yang dijalankan bagi mendapatkan tanah runtuh dengan menggunakan SMG diterangkan dalam bab ini.

Bab 3 pula menerangkan mengenai peringkat yang penting dalam SMG iaitu peringkat pengumpulan data, proses-proses penyuntingan dan semakan. Permasalahan yang terdapat semasa proses penukaran format dijalankan.

Bab seterusnya merupakan rekabentuk dan pembangunan pangkalan data. Bab ini melibatkan proses rekabentuk konseptual, logikal dan Pangkalan Data dalam sistem yang dibangunkan.

Bab 5 pula merupakan analisis ruang. Dalam bab ini terdapat analisis data-data seperti galian, jenis tanah, kecerunan, saluran, guna tanah, taburan hujan, hakisan

dan air bumi. Kaedah analisis ruang untuk mendapatkan hasil bagi sistem tanah runtuh ditunjukkan dalam bab ini.

Bab 6 merupakan hasil analisis dan antara muka pengguna. Bab ini merupakan lanjutan dari bab 5 iaitu apabila selesai analisis terhadap data, proses manipulasi hasil akhir untuk kegunaan pengguna dijalankan. Manakala antara muka pengguna dibina untuk memudahkan capaian oleh pengguna.

Bab yang terakhir adalah bab cadangan dan kesimpulan. Bab ini merupakan penutup kepada kajian yang dijalankan. Dalam bab ini, cadangan, kesimpulan dan sumbangan terhadap kajian diterangkan dalam bab ini.